

MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

Patent Number: JP10335305
Publication date: 1998-12-18
Inventor(s): FUKADA TAKESHI; ABE YOSHITSUGU; TANAKA HIROSHI; KARESUE SHIYOUWA
Applicant(s):: DENSO CORP
Requested Patent: ☐ JP10335305
Application Number: JP19970229742 19970826
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L21/3063 ; C25F3/12 ; H01L29/84
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of manufacturing a semiconductor device, whereby the corners of an etched surface are chamfered uniformly.

SOLUTION: A P-type (100)-plane directed Si substrate 2 has an N-type epitaxial layer 3 on one surface. An Si wafer having a P-N junction is etched electrochemically with a KOH water soln. from its one surface, to form recesses 21 bottoming the P-N junction into regions of the wafer 1. Using a hydrofluoric water soln. 22 capable of selectively etching only silicon oxide film, it is electrochemically etched to chamfer the edges of a bottom 21a of each recess 21, thus uniformly chamfering the corners of the etched surface.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-335305

(43) 公開日 平成10年(1998)12月18日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 21/3063

H 0 1 L 21/306

L

C 2 5 F 3/12

C 2 5 F 3/12

H 0 1 L 29/84

H 0 1 L 29/84

B

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-229742

(22) 出願日 平成9年(1997)8月26日

(31) 優先権主張番号 特願平8-231842

(32) 優先日 平8(1996)9月2日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平9-83897

(32) 優先日 平9(1997)4月2日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 深田 毅

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72) 発明者 阿部 ▲よし▼次

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72) 発明者 田中 浩

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74) 代理人 弁理士 恩田 博宣

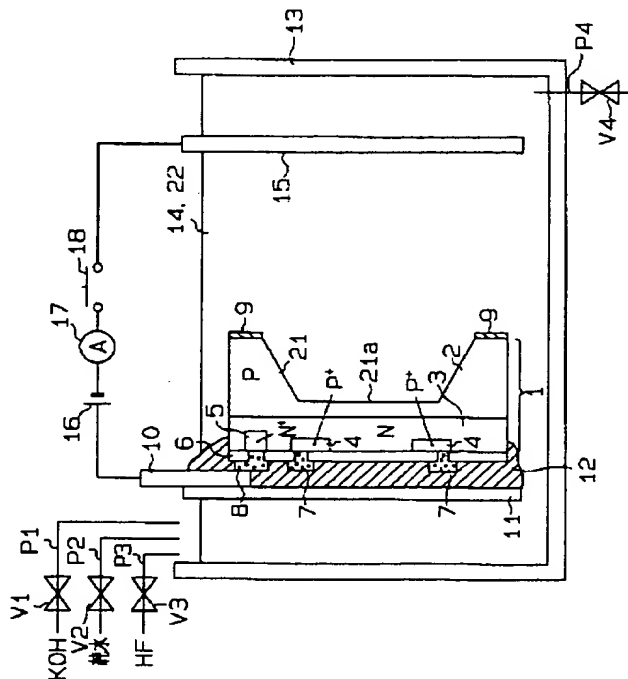
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 エッチング面の角部を均一に面取りすることができる半導体装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 P型(100)面方位のシリコン基板2にはその一面にN型エピタキシャル層3が形成されている。PN接合を有するシリコンウェハ1の一方の面からKOH水溶液14を用いて電気化学エッチングを行い、シリコンウェハ1の一部領域にPN接合部を底面とする凹部21を形成する。シリコン酸化膜のみを選択的にエッチングできるフッ酸水溶液22を用いた電気化学エッチングを行って凹部21の底面21aのエッジ部を面取りする。この時、エッチング面の角部が均一に面取りされる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 PN接合を有する半導体基板の一方の面から異方性エッチング液を用いた電気化学エッチングを行い、前記半導体基板の一部領域にPN接合部を底面とする凹部を形成する第1工程と、
前記半導体基板を構成する半導体の酸化物のみを選択的にエッチングできるエッチング液を用いた電気化学エッチングを行って前記凹部の底面のエッジ部を面取りする第2工程とを備えたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 前記半導体基板はシリコン基板であり、前記第2工程に用いるエッチング液は、フッ酸水溶液である請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】 前記半導体基板の表面における、前記凹部の底面に対応する領域の少なくとも一部に電極を配置した状態で、前記第2工程での電気化学エッチングを行うようにした請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】 PN接合を有する半導体基板の一方の面から異方性エッチング液を用いた電気化学エッチングを行い、前記半導体基板の一部領域にPN接合部を底面とする凹部を形成する第1工程と、
異方性エッチング液を用い、前記凹部の内壁面の電位を反応ストップ電位以上とした状態で電気化学エッチングを行って前記凹部の底面のエッジ部を面取りする第2工程とを備えたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項5】 前記第2工程において、半導体基板のP型領域とN型領域の両方に所定の電圧を印加することにより、前記凹部の内壁面の電位を反応ストップ電位以上にする請求項4に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項6】 前記第1工程において半導体基板のN型領域に電圧を印加し、前記第2工程において、第1工程では印加しなかった半導体基板のP型領域のみに所定の電圧を印加することにより、前記凹部の内壁面の電位を反応ストップ電位以上にする請求項4に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】この発明は、半導体装置の製造方法に係り、例えば、半導体圧力センサにおけるダイヤフラムを形成する際に使用されるものである。

【0002】

【従来の技術】従来、特開昭62-60270号公報に示されているように、シリコン基板に異方性エッチングによりダイヤフラムを形成した後、等方性エッチングによりダイヤフラムのエッジ部に面取りを施すことにより応力集中を回避できる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、面取りを施す部位、つまり、ダイヤフラムの周囲においてアール（曲率半径）にバラツキが生じたり、同一ウェハ内での

各ダイヤフラム毎にアール（曲率半径）にバラツキが生じてしまう。つまり、等方性エッチング液として（ $\text{HNO}_3 + \text{HF} + \text{H}_2\text{O}$ ）を用いた場合において、エッチング反応はエッチング液の供給が律速となることと発熱反応であることから、均一なる供給環境や均一なる温度分布を作ることができず、仮にバブリングやスターラ等による攪拌を行ったとしても未だ不十分でありアールがばらついてしまう。

【0004】そこで、この発明の目的は、エッチング面の角部を均一に面取りすることができる半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明によれば、第1工程により、PN接合を有する半導体基板の一方の面から異方性エッチング液を用いた電気化学エッチングが行われ、半導体基板の一部領域にPN接合部を底面とする凹部が形成される。そして、第2工程により、等方性エッチング液を用いた電気化学エッチングが行われ、凹部の底面のエッジ部が面取りされる。

【0006】つまり、第1工程での電気化学エッチングにより形成される凹部の底面において第2工程での通電により酸化膜（陽極酸化膜）が形成されるとともに酸化膜が溶解される。このエッチング反応はエッチング液の供給が律速となっておらず、又、発熱反応でもないことから、均一なる膜厚の酸化膜（陽極酸化膜）が形成されエッチング面の角部が均一に面取りされる。

【0007】ここで、請求項2に記載のように、半導体基板としてシリコン基板を用い、前記第2工程に用いるエッチング液としてフッ酸水溶液を用いると、実用上好ましいものとなる。

【0008】また、請求項3に記載のように、前記半導体基板の表面における、前記凹部の底面に対応する領域の少なくとも一部に電極を配置した状態で、前記第2工程での電気化学エッチングを行うようにすると、凹部の底面のエッジ部において電流が集中することが回避される。つまり、電気化学エッチングのための電極を素子形成領域の周辺部にのみ延設した場合には半導体基板の横方向（基板の面方向）に電流が流れ凹部の底面のエッジ部において電流が集中してしまうが、凹部の底面に対応する領域の少なくとも一部に電極を配置することにより半導体基板の縦方向（基板の厚さ方向）に電流が流れ凹部の底面のエッジ部での電流集中が起こりにくくすることができる。

【0009】このように電流集中が回避できるので、エッジ部の面取りをより均一化できることとなる。また、請求項4に記載の発明によれば、第1工程により、PN接合を有する半導体基板の一方の面から異方性エッチング液を用いた電気化学エッチングが行われ、半導体基板の一部領域にPN接合部を底面とする凹部が形成される。そして、第2工程により、異方性エッチング液を用

い、凹部の内壁面の電位を反応ストップ電位以上とした状態で電気化学エッチングが行われ、凹部の底面のエッジ部が面取りされる。

【0010】このようにすると請求項1に記載の発明の作用・効果に加え、エッジ部の面取りを行う際に第1工程でエッチングされるP型領域の角部が削られことが防止できる。

【0011】ここで、請求項5に記載のように、前記第2工程において、半導体基板のP型領域とN型領域の両方に所定の電圧を印加することにより、前記凹部の内壁面の電位を反応ストップ電位以上にしてもよい。

【0012】あるいは、請求項6に記載のように、前記第1工程において半導体基板のN型領域に電圧を印加し、前記第2工程において、第1工程では印加しなかった半導体基板のP型領域のみに所定の電圧を印加することにより、前記凹部の内壁面の電位を反応ストップ電位以上にしてもよい。

【0013】

【発明の実施の形態】

(第1の実施の形態) 以下、この発明の第1の実施の形態を図面に従って説明する。

【0014】本実施の形態はピエゾ抵抗層を用いた半導体圧力センサに具体化したものである。図1には、半導体基板としてのシリコンウェハ1にダイヤフラムを形成するための電気化学エッチング装置の概略図を示す。

【0015】まず、シリコンウェハ1について説明する。P型(100)面方位のシリコン基板2にはその一面にN型エピタキシャル層3が形成されている。N型エピタキシャル層3にはP⁺型不純物拡散層4が形成され、このP⁺型不純物拡散層4が歪みを検知するためのピエゾ抵抗となる。又、N型エピタキシャル層3にはN⁺型不純物拡散層5が形成され、このN⁺型不純物拡散層5によりN型エピタキシャル層3にオーミックコンタクトがとられる。さらに、N型エピタキシャル層3の表面にはシリコン酸化膜6が形成されている。P⁺型不純物拡散層4およびN⁺型不純物拡散層5がアルミ電極7、8にてシリコン酸化膜6の表面側に電気的に引き出されている。

【0016】又、シリコン基板2におけるN型エピタキシャル層3の無い面において、ダイヤフラムを形成しない領域にマスク材9が形成されている。このようなシリコンウェハ1が用意されている。そして、このシリコンウェハ1は白金電極10を挟んだ状態にてセラミックス製支持基板11に固定されている。シリコンウェハ1のエッチングを行わない面(N型エピタキシャル層3形成面)は樹脂ワックス12にて保護されている。又、白金電極10はアルミ電極8と接触している。即ち、白金電極10はアルミ電極8およびN⁺型不純物拡散層5を介してN型エピタキシャル層3と電気的接触がとられ、電気化学ストップエッチングが行われるようになってい

る。

【0017】一方、容器13の内部には3本のパイプP1、P2、P3によりKOH水溶液、純水、フッ酸水溶液が供給できるようになっている。つまり、バルブV1、V2、V3の操作によりKOH水溶液、純水、フッ酸水溶液が供給できる。又、容器13には排出パイプP4が設けられ、バルブV4の操作により容器13内の液を排出できるようになっている。

【0018】図1においては容器13内には異方性エッチング液としてのKOH水溶液(33wt%，82℃)14が満たされている。容器13内のKOH水溶液14には、前述したシリコンウェハ1が浸漬されるとともに、このシリコンウェハ1と対向するように白金電極板15が配置されている。

【0019】そして、シリコンウェハ1の白金電極10と白金電極板15との間に、定電圧電源16と電流計17と押しボタンスイッチ(開閉接点)18とが直列接続されている。そして、押しボタンスイッチ18の接点の閉路により定電圧電源16にてシリコンウェハ1と白金電極板15とに電位差が加えられる。このとき、電流計17によりシリコンウェハ1から白金電極板15へ流れる電流が検出される。

【0020】このような装置を用いて以下の電気化学エッチングが行われる。まず、KOH水溶液14を用いた電気化学エッチングを行う。即ち、同エッチングを行うべく、容器13内にKOH水溶液14を満たした状態において押しボタンスイッチ18の接点を閉路する。これにより、定電圧電源16にてシリコンウェハ1と白金電極板15とに電位差が加えられ、通電が開始される。

【0021】以後、所定時間、押しボタンスイッチ18の接点が閉路状態に保持される。このとき、KOHとシリコンとの化学反応によりP型シリコン基板2のエッチングが進行する。そして、シリコン基板2がエッチングされ、PN空乏層がKOH水溶液14に接触すると電流が流れてシリコンが酸化される。このようにP型シリコン基板2の電気化学反応により陽極酸化が進行する。

【0022】このようにして図1の凹部21が形成されるとともにその底面21aがダイヤフラム形成部となる。その後、図1のバルブV4を開けKOH水溶液14を容器13から排出し、さらに、バルブV2を開け容器13内に純水を供給してシリコンウェハ1を水洗する。そして、押しボタンスイッチ18の接点を開けて通電を終了させる。

【0023】この状態では凹部21の底面21aのエッジ部は尖った状態となっている。引き続き、フッ酸水溶液を用いた電気化学エッチングを行う。まず、図1のバルブV4を開け純水を容器13から排出し、さらに、バルブV3を開け容器13内にフッ酸水溶液を供給する。このようにして、図1の電気化学エッチング装置における容器13内にフッ酸水溶液22を満たす。その結果、

フッ酸水溶液22に前述したシリコンウェハ1が浸漬されるとともに、このシリコンウェハ1と対向するように白金電極板15が配置される。

【0024】そして、容器13内にフッ酸水溶液22を満たした状態において押しボタンスイッチ18の接点を閉路する。これにより、定電圧電源16にてシリコンウェハ1と白金電極板15とに電位差が加えられ、通電が開始される。

【0025】以後、所定時間、押しボタンスイッチ18の接点が閉路状態に保持され電気化学エッチングが行われる。このときの印加電圧はパッシベーション電圧（反応ストップ電位）よりも高い電圧、即ち、シリコンに陽極酸化膜が形成できる電圧とする。このシリコン酸化膜のみを選択的にエッチングできるフッ酸水溶液22を用いた電気化学エッチングにより凹部21の底面21aのエッジ部が均一に面取りされる。

【0026】これは、次に述べる現象（メカニズム）によるものと考えられる。図2に示すように、シリコンウェハ1に対しKOH水溶液を用いた電気化学エッチングを行い、シリコンウェハ1の一部領域にPN接合部を底面21aとする凹部21が形成される。そして、KOH水溶液を用いた電気化学エッチングが終了した時には図3に示すように凹部21の底面にはシリコン酸化膜23が形成されている。ここで、シリコン酸化膜23の上面レベル（上面位置）をL1とし、シリコン酸化膜23の下面レベル（下面位置）をL2とする。

【0027】この状態からフッ酸水溶液22にシリコンウェハ1を浸漬すると、図4に示すように、シリコン酸化膜23が溶解し凹部21の底面が露出する。そして、フッ酸水溶液22の浸漬下で通電を行うと、図5に示すように、凹部21の底面にシリコンの酸化膜（陽極酸化膜）24が形成される。さらに、図6に示すように、シリコン酸化膜24がフッ酸水溶液22により溶解される。この陽極酸化と溶解とが繰り返される。

【0028】そして、所定時間での通電を終了すると、図7に示すように、凹部21の底面21aのエッジ部が面取りされ角部が丸くなっている。このとき、シリコン酸化膜24の形成量（厚さ） t に比例して面取り部における曲率半径 R も大きくなる。

【0029】よって、特開昭62-60270号公報のようにシリコン基板に異方性エッチングによりダイヤフラムを形成した後、等方性エッチング液として（ $\text{HNO}_3 + \text{HF} + \text{H}_2\text{O}$ ）を用いてダイヤフラムのエッジ部に面取りを施すと、エッチング反応はエッチング液の供給が律速となることと発熱反応であることから、均一なる供給環境や均一なる温度分布を作ることができずダイヤフラムの周囲においてアール（曲率半径）にバラツキが生じたり、同一ウェハ内での各ダイヤフラム毎にアール（曲率半径）にバラツキが生じてしまう。これに対し本実施の形態では、フッ酸水溶液22を用いた電気化学エ

ッチングを行うことにより、反応はエッチング液の供給が律速とならず、かつ、発熱反応でもないので、通電により均一な膜厚の酸化膜の生成および溶解が行われ、エッチング面の角部を均一に面取りすることができる。

【0030】このように本実施の形態は、下記の特徴を有する。

（イ）PN接合を有するシリコンウェハ1の一方の面から異方性エッチング液を用いた電気化学エッチングを行い、シリコンウェハ1の一部領域にPN接合部を底面とする凹部21を形成し（第1工程）、シリコン酸化膜のみを選択的にエッチングできるフッ酸水溶液を用いた電気化学エッチングを行って凹部21の底面21aのエッジ部を面取りした（第2工程）。この第2工程において、凹部21の底面21aにおいて酸化膜（陽極酸化膜）24が形成されるとともに酸化膜24が溶解され、このエッチング反応はエッチング液の供給が律速となっておらず、又、発熱反応でもないことから、均一なる膜厚の酸化膜（陽極酸化膜）が形成されエッチング面の角部を均一に面取りすることができる。

【0031】本実施の形態においては、異方性エッチング液としてKOH水溶液を用いたが、水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液（TMAH： $(\text{CH}_3)_4\text{NOH}$ ）やエチレンジアミン等の他の異方性エッチング液を用いてもよい。

【0032】又、 SiO_2 のみを選択的にエッチングするエッチング液は、上記実施の形態においてはフッ酸水溶液を用いたが、フッ酸水溶液の代わりに、（ $\text{HF} + \text{H}_2\text{O} + \text{アルコール}$ ）の混合液を用いてもよい。この場合には水の濡れ性の向上が図られる。

【0033】さらに、上記実施の形態では容器13にKOH水溶液を入れて電気化学エッチングを行った後に容器13にフッ酸水溶液を入れ換えて電気化学エッチングを行ったが、KOH水溶液を入れた容器とフッ酸水溶液を入れた容器とを用意し、KOH水溶液を用いた電気化学エッチングを行った後にシリコンウェハ1を容器から取り出してフッ酸水溶液を入れた容器にセットし面取りのための電気化学エッチングを行ってもよい。

【0034】又、シリコンウェハ1は（100）面のものを用いたが、これに限るものではなく、（110）面等であってもよい。

（第2の実施の形態）次に、第2の実施の形態を、第1の実施の形態との相違点を中心に説明する。

【0035】本実施の形態は、梁構造を有する半導体加速度センサに具体化したものである。図8には、半導体加速度センサの平面図を示す。図9には、図8でのA-A断面図を示し、図10には図8でのB-B断面図を示す。

【0036】四角板状の単結晶シリコン基板（シリコンチップ）30は、P型シリコン基板31と、その上面に形成されたN型エピタキシャル層32とからなる。シリ

コン基板30には、上下に貫通する貫通溝33が形成され、その貫通溝33の外側に四角環状の枠部(厚肉部)34が形成されている。又、貫通溝33の内側には、四角形状の重り部(厚肉部)35が形成されている。重り部35は長方形をなし、薄肉の梁部(薄肉部)36、37、38、39により枠部34と重り部35とが連結されている。

【0037】梁部36、37、38、39はN型エピタキシャル層32からなり、梁部36、37、38、39の表層部には歪みゲージ40、41、42、43が形成されている。歪みゲージ40、41、42、43はP⁺型不純物拡散層(ピエゾ抵抗層)よりなり、梁部36、37、38、39に加わる歪みの大きさに応じて抵抗値が変化する。このように本センサは、シリコン基板30の一部に、加速度検出用歪みゲージ40、41、42、43が配置された梁部36、37、38、39を有する。

【0038】そして、図9において、シリコン基板30の表面に垂直な方向(Xにて示す)に加速度が加わると、この方向に重り部35が変位し、梁部36、37、38、39に歪みが生じる。この歪み量に応じて歪みゲージ40、41、42、43の抵抗値が変化して図9中、X方向の加速度が検出される。

【0039】ここで、本実施の形態での半導体加速度センサは、第1の実施形態でのダイヤフラム式半導体圧力センサに比べ、敏感な梁部36～39を有するものである。次に、半導体加速度センサの製造方法を図11を用いて説明する。

【0040】まず、図11(a)に示すように、P型シリコンウェハ44の上にN型エピタキシャル層45を形成して半導体基板としてのシリコンウェハ46とする。そして、シリコンウェハ46の表面(上面)での酸化、ホトエッチ、イオン打ち込み、拡散等を行って、歪みゲージとなるP⁺型不純物拡散層47と素子形成領域の周辺部のN⁺型不純物拡散層48とを形成する。さらに、シリコンウェハ46の表面における素子形成領域の周辺部にアルミ電極49を延設するとともに貫通溝33の形成領域にアルミ電極50を形成する。アルミ電極49、50により不純物拡散層47、48がシリコンウェハ46の表面側に引き出される。より詳しくは、図12、13、14に示すように、素子形成領域における周辺部にアルミ電極49a、49b、49c、49dを延設するとともに、貫通溝33の形成領域の上にも電気化学エッチング用のアルミ電極50a、50b、50c、50dを配置し、配線部49e、49f、49g、49hにて連結する。

【0041】このように、アルミ電極50(50a、50b、50c、50d)が、シリコンウェハ46の表面における、凹部の底面(図11の符号53aで示す部位)となる領域に対応する領域の一部に配置される。

【0042】又、図11(a)に示すように、シリコンウェハ46の上面(表面)での所定領域を表面マスク材51で覆うとともに、シリコンウェハ46の下面(裏面)での所定領域を裏面マスク材52で覆う。

【0043】次に、図11(b)に示すように、第1工程として、電気化学エッチングによる異方性エッチングを行う。詳しくは、図15に示すように、このウェハ46が前述のKOH水溶液14に漬浸するとともにウェハ46と対向するように白金電極板15を配置する。異方性エッチングは、第1の実施の形態と同様に、ウェハ46と白金電極15に電位差を印加し通電させることにより行う。これにより凹部53が形成される。

【0044】異方性エッチングの後、図11(c)に示すように、第2工程として、等方性エッチングを行う。ウェハ46に電圧印加を行うと、素子形成領域の周辺部に延びるアルミ電極49から等方性エッチング液22へ電流が流れる。このとき、貫通溝33の形成領域にアルミ電極50が無い場合においては、図16に示すように、P型シリコンウェハ44とN型エピタキシャル層45との間の空乏層の存在により、電流はN型エピタキシャル層45を横方向(エピタキシャル層45の面方向)に流れ、凹部53の底面53aのエッジ部から等方性エッチング液22、さらに白金電極板15へと流れる。その結果、アルミ電極50が無い場合においては、長時間エッチングを行うと、凹部53の底面53aのエッジ部が集中的にエッチングされて、微小な溝が形成される。この溝ができるとあまり強度は向上しない。

【0045】これに対し、本実施形態においては、図17に示すように、凹部53の底面53aに対応する領域にも電気化学エッチング用アルミ電極50が配置されており、アルミ電極50により、凹部53の底面53aのエッジ部への電流集中が防止される。つまり、電流をエピタキシャル層45の抵抗の小さい縦方向(エピタキシャル層45の厚さ方向)に流すことにより凹部53の底面53aでのエッジ部の電流集中を防ぎ、図11(c)に示すように、凹部53の底面53aのエッジ部が均一に面取りされる。

【0046】また、本実施の形態においては、第2工程のエッチング液はフッ酸に加え、硝酸および酢酸の混合液を用いている。つまり、図15に示すように、硝酸、酢酸の供給用のパイプP11、P12およびバルブV11、V12を用い、フッ硝酸酢酸水溶液中で凹部53の底面53aのエッジ部を均一に面取りしている。具体的には、約1～7%のフッ酸と約2～13%の硝酸を含む低濃度のフッ硝酸酢酸水溶液中で、光照射しながら約2～10ボルトの電圧を印加する。すると、シリコンとフッ酸および硝酸が化学反応して酸化膜24(図5参照)が形成される。この反応と同時にフッ酸により酸化膜24がエッチングされる。このエッチング反応によりエッジ部の面取りができる。ただし、このエッチング液はウ

エハ46を漬浸しただけではエッチングされないほど濃度が低い。また、 CH_3COOH の代わりに H_2O を用いてもよい。そして、エッチング液、印加電圧及びエッチング時間を調整することにより所望の曲率半径Rを得ることができる。

【0047】この電気化学エッチングの後、図11

(d)に示すように、裏面マスク材52を除去し、さらに、アルミ電極50をウェットまたはドライエッチングによって除去する。そして、図11(e)に示すように、貫通溝33の形成部分のシリコンを選択的にドライエッチングして貫通溝33を形成する。最後に、表面マスク材51を除去する。

【0048】このように本実施の形態は、下記の特徴を有する。

(イ) シリコンウェハ(半導体基板)46の表面における、凹部53の底面53aに対応する領域の少なくとも一部にアルミ電極50を配置した状態で、第2工程での電気化学エッチングを行ったので、凹部53の底面53aのエッジ部において電流が集中することが回避される。つまり、電気化学エッチングのための電極(49)をシリコンウェハ46での素子形成領域の周辺部にのみ延設した場合にはシリコンウェハ46の横方向に電流が流れ凹部53の底面53aのエッジ部において電流が集中してしまうが、凹部53の底面53aに対応する領域の少なくとも一部にアルミ電極50を配置することによりシリコンウェハ46の縦方向に電流が流れ凹部53の底面53aでのエッジ部において電流集中が起これにくくすることができる。その結果、エッジ部の面取りをより均一化できることとなる。

【0049】なお、素子形成領域の周辺部にアルミ電極49を配置するのみならず素子形成領域の内部領域にアルミ電極50を配置する手法は、前述した半導体加速度センサを製造する際に特に有効ではあるが、半導体圧力センサを製造する際に用いてもよい。特に、ダイヤフラムに大きな力が加わる圧力センサ、例えば、油圧センサ等において当該手法を用いることは有益である。また、低圧用の圧力センサにも用いることができることは言うまでもない。

(第3の実施の形態) 次に、第3の実施の形態を、第2の実施の形態との相違点を中心に説明する。

【0050】本実施形態は、第2の実施形態と同様、梁構造を有する半導体加速度センサに具体化したものである。図18には、その半導体加速度センサの平面図を示す。図19には、図18でのE-E断面図を示し、図20には図18でのF-F断面図を示す。

【0051】本実施形態での半導体加速度センサの製造方法は、P型シリコン基板31にも電圧を印加しつつ KOH 等の異方性エッチング液を用いて面取り用電気化学エッチングを行うものであり、図18に示す如く電圧印加用拡散層60、61、62、63を具備している。そ

他の構成については図8～図10と同じであり、同一符号を付すことによりその説明は省略する。

【0052】図21を用いて詳細に説明する。図21

(a)～(e)は図18でのG-G断面での製造工程説明図である。まず、図21(a)に示すように、P型シリコンウェハ44の上にN型エピタキシャル層45を形成して半導体基板としてのシリコンウェハ46とする。そして、シリコンウェハ46の表面(上面)での酸化、ホットエッチ、イオン打ち込み、拡散等を行って、歪みゲージとなる P^+ 型不純物拡散層47と導通用 P^+ 型不純物拡散層60を形成する。導通用 P^+ 型不純物拡散層60は、図22に示すように、帯状をなし、重り部形成領域Z1と四角枠部形成領域Z2とを連結するように延設されている。また、図21(a)に示すように、シリコンウェハ46の表面(上面)での酸化、ホットエッチ、イオン打ち込み、拡散等を行って、深い P^+ 型不純物拡散層61、62、63を形成する。 P^+ 型不純物拡散層61、62は、図22に示すように、四角枠部形成領域Z2に形成され、かつ、 P^+ 型不純物拡散層62は導通用 P^+ 型不純物拡散層60の一端部に形成されている。又、 P^+ 型不純物拡散層63は重り部形成領域Z1において導通用 P^+ 型不純物拡散層60の他端部に形成されている。さらに、 P^+ 型不純物拡散層61、62、63は図21(a)に示すようにP型シリコンウェハ44に達している。

【0053】その後、図21(a)に示すように、 P^+ 型不純物拡散層61の上にアルミ配線64を配置する。又、シリコンウェハ46の上面(表面)での所定領域を表面マスク材51で覆うとともに、シリコンウェハ46の下面(裏面)での所定領域を裏面マスク材52で覆う。

【0054】次に、図21(b)に示すように、第1工程として、電気化学エッチングによる異方性エッチングを行う。詳しくは、図15を用いて説明したように、ウェハ46を KOH 水溶液14に漬浸するとともにウェハ46と対向するように白金電極板15を配置する。異方性エッチングは、第1の実施の形態と同様に、ウェハ46と白金電極板15に電位差を印加し通電させることにより行う。これにより凹部53が形成される。

【0055】異方性エッチングの後、図21(c)に示すように、第2工程として、等方性エッチングを行う。詳しくは、図23に示すように、このウェハ46をセラミック板65に止着するとともにウェハ46での側面等をワックス66にて覆い、これを異方性エッチング液67に漬浸するとともにウェハ46と対向するように白金電極板15を配置する。また、N型エピタキシャル層45と白金電極板15との間に電源68を接続するとともに、アルミ配線64(P^+ 型不純物拡散層61)と白金電極板15との間に電源69を接続する。そして、電源68にてN型エピタキシャル層45に電圧を印加すると

ともに、電源69にてP⁺型不純物拡散層61～P型シリコンウェハ44～P⁺型不純物拡散層62～導通用P⁺型不純物拡散層60～P⁺型不純物拡散層63を通して重り部形成領域でのP型シリコンウェハ44に電圧を印加する。つまり、重り部形成領域および四角枠部形成領域におけるP型シリコンウェハ44に閾値電圧以上

(反応ストップ電位以上)の電圧を印加する。即ち、凹部53の内壁面の電位を反応ストップ電位以上にする。

【0056】具体例を例示すると、白金電極板15に対し、N型エピタキシャル層45に電圧印加する電源68での電圧値を「2.0ボルト」、また、P型シリコンウェハ44に電圧印加する電源69での電圧値を、「2.0ボルト」とする。つまり、凹部53の底面に約2ボルトを印加し、凹部53の側面に約2.0ボルトを印加する。これらの電圧値は反応ストップ電位以上である。

【0057】このようにN型エピタキシャル層45およびP型シリコンウェハ44に電圧を印加すると、陽極酸化膜形成とエッチング反応が起こり、丸めエッチングができ、かつ、重り部形成領域にも電圧が印加されているので重り部形成領域のP型シリコンウェハ44の表面がエッチングされず重り部35の角落ちが防止される。つまり、異方性エッチング液でN型エピタキシャル層45のみに電圧を印加した場合には、重り部の角部にエッチングレートの違いが存在するため重り部が削られてしまい所望の形状を維持することが困難となる場合においても、P型シリコンウェハ44にも電圧を印加することにより重り部が削られることなく所望の形状を維持することができる。

【0058】なお、図示しなかったが、図23のN型エピタキシャル層45もアルミ配線にて電源68と電気的に接続される。この電気化学エッチングの後、図21

(d)に示すように、裏面マスク材52を除去し、さらに、不要となったアルミ配線材をウェットまたはドライエッチングによって除去する。そして、図21(e)に示すように、貫通溝33の形成部分のシリコンを選択的にドライエッチングして貫通溝33を形成する。最後に、表面マスク材51を除去する。

【0059】このように本実施形態は、下記の特徴を有する。

(イ) PN接合を有するシリコンウェハ(半導体基板)46の一方の面から異方性エッチング液を用いた電気化学エッチングを行い、シリコンウェハ46の一部領域にPN接合部を底面とする凹部53を形成する(第1工程)。そして、異方性エッチング液を用い、凹部53の内壁面の電位を反応ストップ電位以上とした状態で電気化学エッチングを行って凹部53の底面のエッジ部を面取りする(第2工程)。つまり、シリコンウェハ46のP型領域44とN型領域45の両方に所定の電圧を印加することにより、凹部53の内壁面の電位を反応ストップ電位以上にする。

【0060】このようにすると、第1、第2の実施形態において述べたように第2工程での通電により酸化膜(陽極酸化膜)が形成されるとともに酸化膜が溶解され、エッチング面の角部が均一に面取りされることに加え、エッジ部の面取りを行う際において第1工程のエッチングにて形成される重り部35(P型シリコンウェハ44)が削られることが防止できる。

【0061】本実施形態の応用例としては、前述した場合にはシリコンウェハ46のP型シリコンウェハ44とN型エピタキシャル層45の両方に所定の電圧を印加することにより凹部53の内壁面の電位を反応ストップ電位以上にしたが、第1工程においてシリコンウェハ46のN型エピタキシャル層45のみを印加し、第2工程において、第1工程では印加しなかったP型シリコンウェハ44のみに所定の電圧を印加することにより、凹部53の内壁面の電位を反応ストップ電位以上にしてもよい。つまり、第1工程においてシリコンウェハ46のP型領域に電圧を印加し、第2工程において、第1工程では印加しなかったシリコンウェハ44の領域のみに所定の電圧を印加することにより、凹部53の内壁面の電位を反応ストップ電位以上にしてもよい。

【0062】具体例を例示すると、図23の白金電極板15に対し、P型シリコンウェハ44に電圧印加する電源69での電圧値を、「2.6ボルト」とし、N型エピタキシャル層45には電圧を印加しない。このようにしても、凹部53の底面に約2ボルトが印加され、凹部53の側面に約2.6ボルトが印加され、これらの電圧値は反応ストップ電位以上である。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態における電気化学エッチング装置の概略図。

【図2】フッ酸水溶液を用いた電気化学エッチング動作を説明するための断面図。

【図3】フッ酸水溶液を用いた電気化学エッチング動作を説明するための断面図。

【図4】フッ酸水溶液を用いた電気化学エッチング動作を説明するための断面図。

【図5】フッ酸水溶液を用いた電気化学エッチング動作を説明するための断面図。

【図6】フッ酸水溶液を用いた電気化学エッチング動作を説明するための断面図。

【図7】フッ酸水溶液を用いた電気化学エッチング動作を説明するための断面図。

【図8】第2の実施の形態における半導体加速度センサの平面図。

【図9】図8でのA-A断面図。

【図10】図8でのB-B断面図。

【図11】製造工程を説明するための断面図。

【図12】第2の実施の形態における製造工程を説明するための平面図。

【図13】図12でのC-C断面図。

【図14】図12でのD-D断面図。

【図15】製造工程を説明するための説明図。

【図16】製造工程を説明するための断面図。

【図17】製造工程を説明するための断面図。

【図18】第3の実施の形態における半導体加速度センサの平面図。

【図19】図18でのE-E断面図。

【図20】図18でのF-F断面図。

【図21】第3の実施の形態における製造工程を説明す

るための断面図。

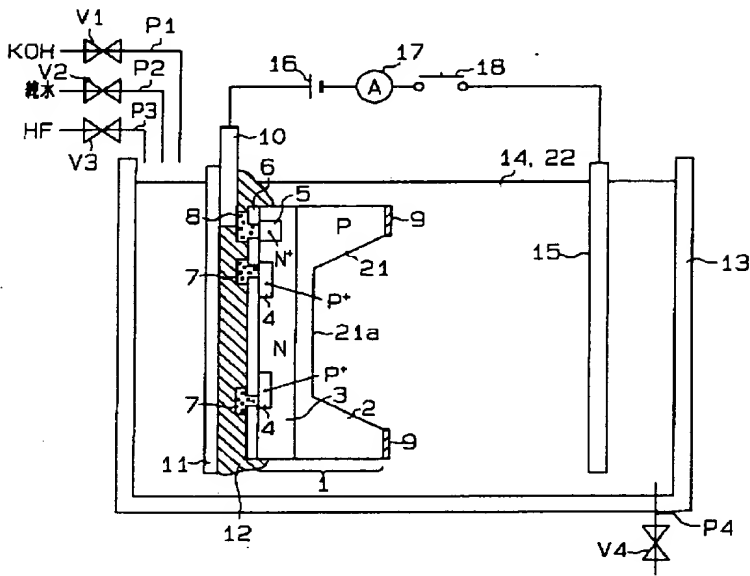
【図22】製造工程を説明するための平面図。

【図23】製造工程を説明するための断面図。

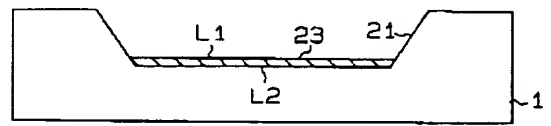
【符号の説明】

1…半導体基板としてのシリコンウェハ、2…P型シリコン基板、3…N型エピタキシャル層、14…異方性エッチング液としてのKOH水溶液、21…凹部、21a…底面、22…フッ酸水溶液、44…P型シリコンウェハ、45…N型エピタキシャル層、46…半導体基板としてのシリコンウェハ、53…凹部、53a…底面。

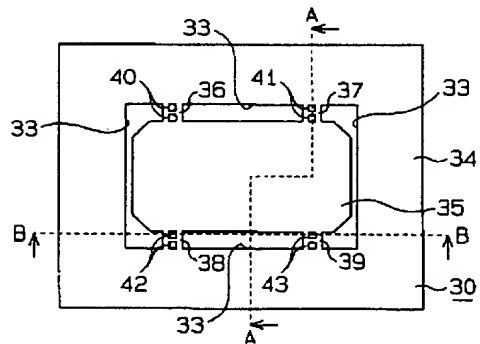
【図1】



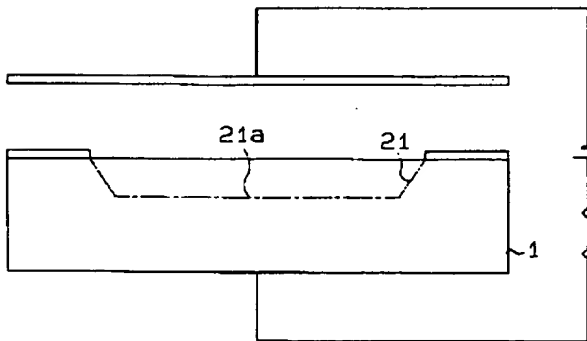
【図3】



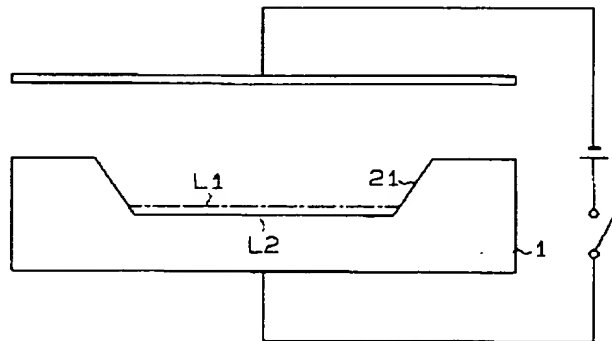
【図8】



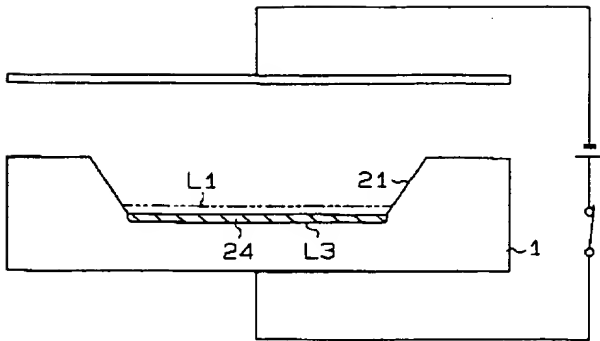
【図2】



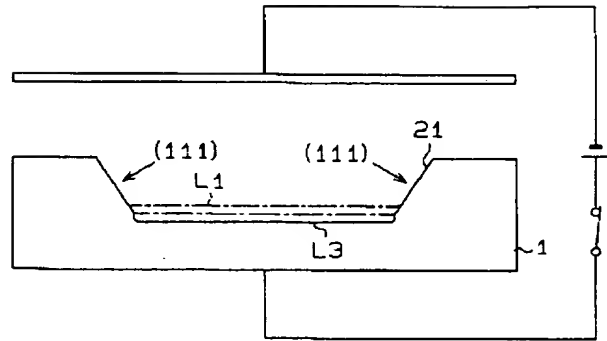
【図4】



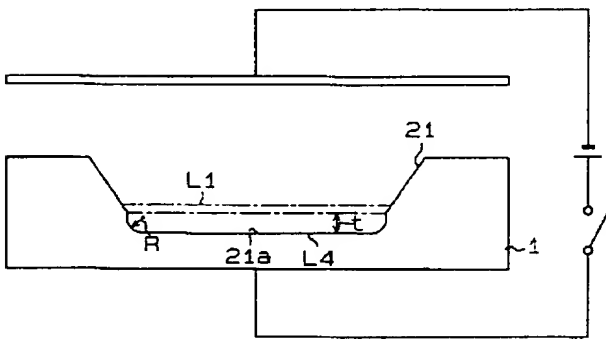
【図5】



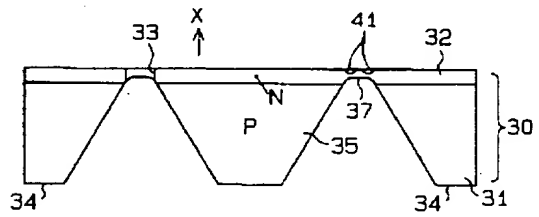
【図6】



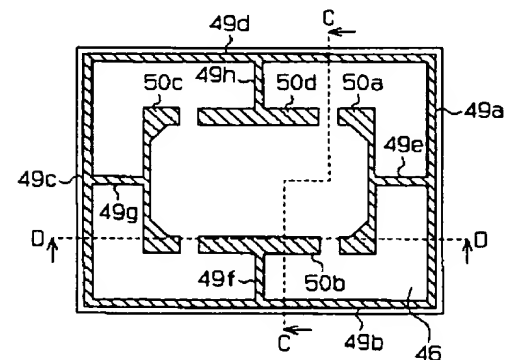
【図7】



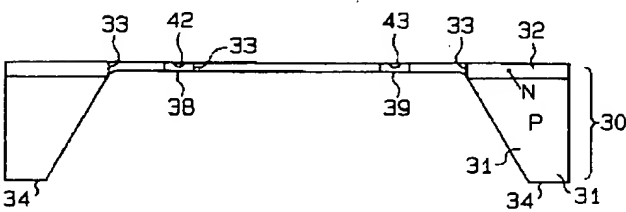
【図9】



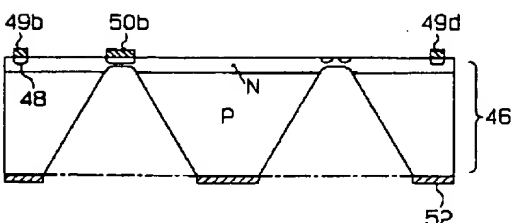
【図12】



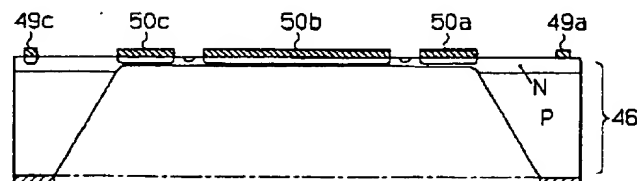
【図10】



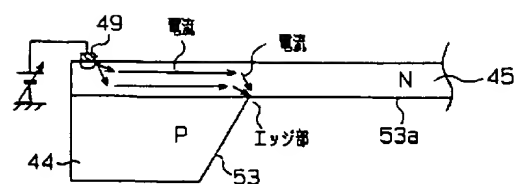
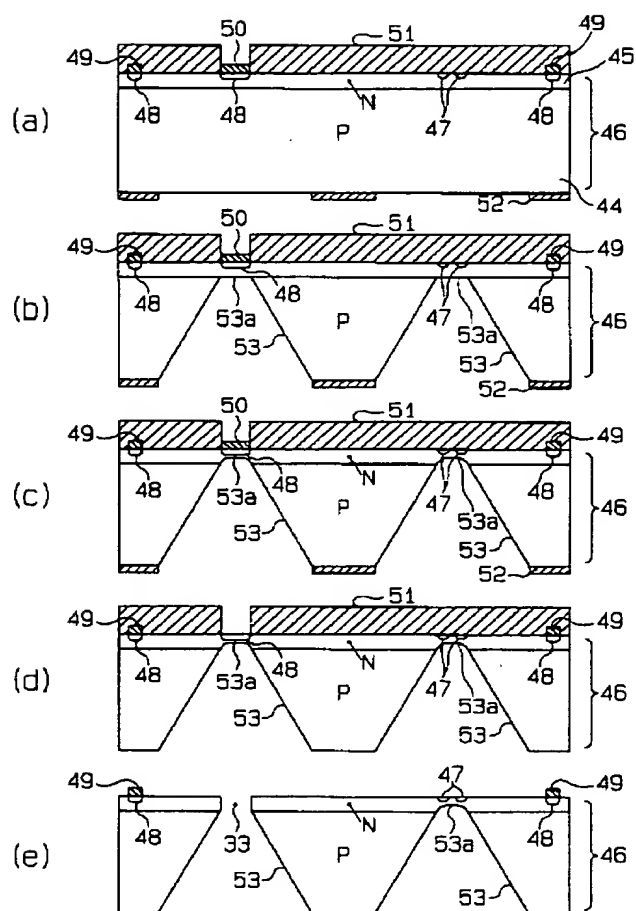
【図13】



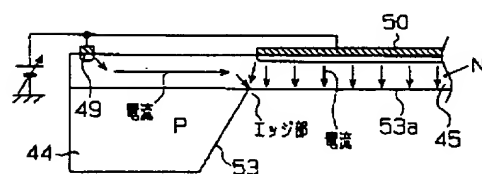
【図14】



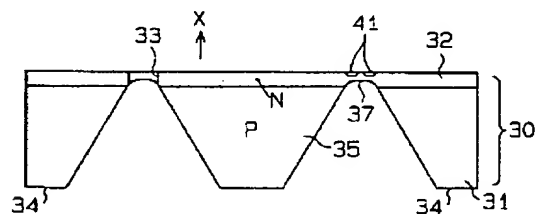
【図 16】



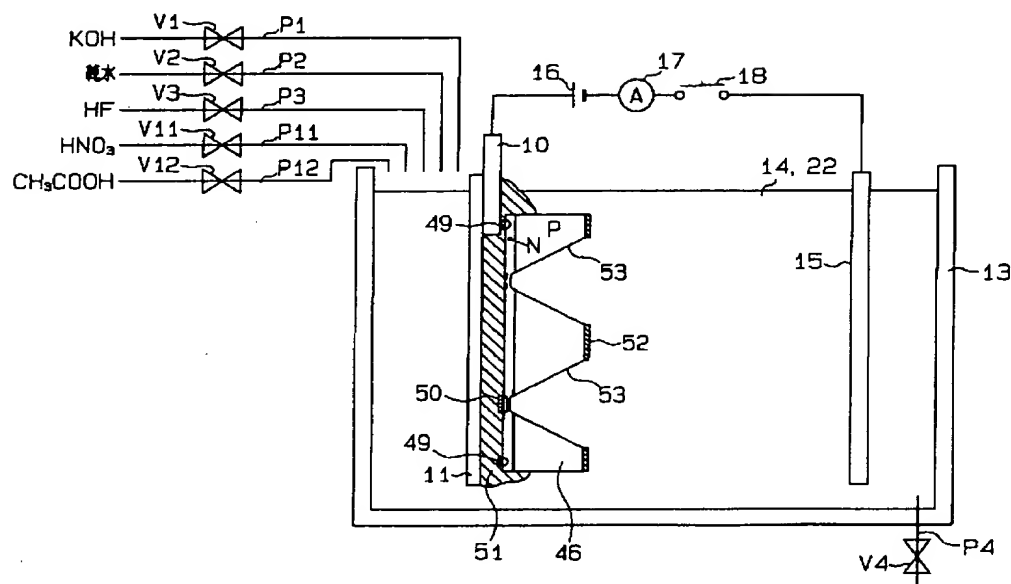
【图 17】



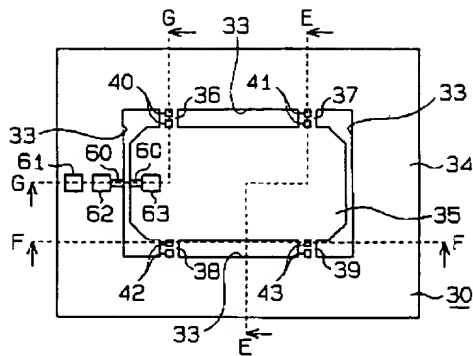
【図 19】



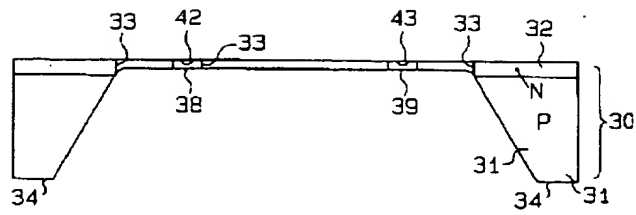
【図 15】



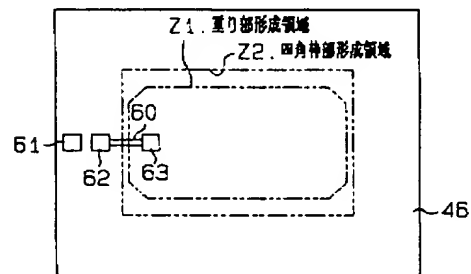
【図18】



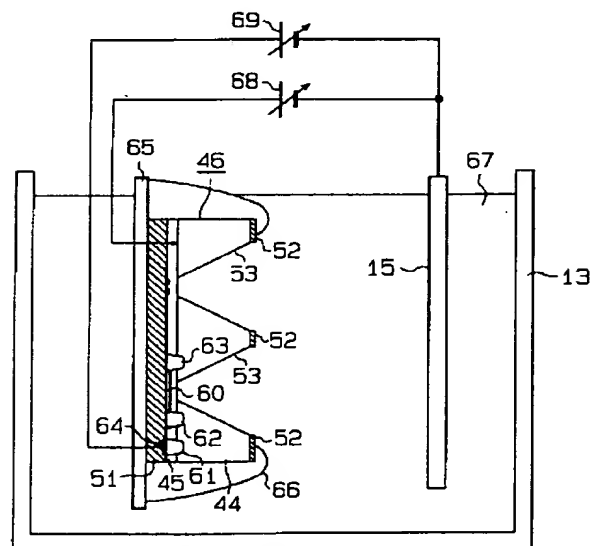
【図20】



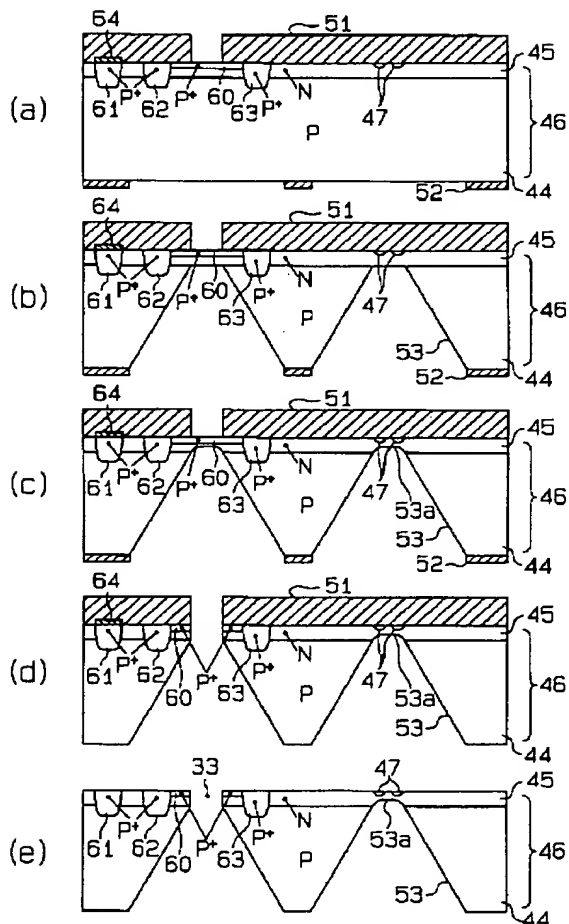
【図22】



【図23】



【図21】



フロントページの続き

(72)発明者 彼末 将和
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内